

(Translation)

**PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT**

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application: **March 26, 2003**

Application Number: **Japanese Patent Application**
 No. 2003-86318

Applicant(s): **HITACHI, LTD.**

June 13, 2003

**Commissioner,
Patent Office**

Shinichiro OTA (seal)

Certificate No. 2003-3046562

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2003年 3月26日

出願番号

Application Number:

特願2003-086318

[ST.10/C]:

[JP2003-086318]

出願人

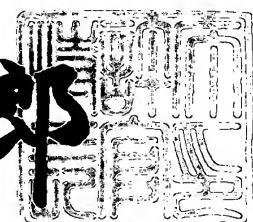
Applicant(s):

株式会社日立製作所

2003年 6月13日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3046562

【書類名】 特許願

【整理番号】 H300204

【提出日】 平成15年 3月26日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G11B 5/82

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社
日立製作所 中央研究所内

【氏名】 中村 敦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社
日立製作所 中央研究所内

【氏名】 鈴木 良夫

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社
日立製作所 中央研究所内

【氏名】 棚橋 究

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社
日立製作所 中央研究所内

【氏名】 土屋 裕子

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100091096

【弁理士】

【氏名又は名称】 平木 祐輔

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-346124

【出願日】 平成14年11月28日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015244

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9003115

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気記録媒体、それを搭載した磁気記録装置、磁気記録媒体の製造方法及び製造装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも軟磁性裏打ち層と記録層とを有する磁気記録媒体において、前記記録層の磁化容易方向と磁気記録媒体の法線方向とのなす角度が5°以上55°以下であり、前記磁化容易方向を記録層裏面から表面に向かう方向に取り、記録トラック方向を磁気記録媒体の移動方向の上流側から下流側に向かう方向に取るとき、前記磁化容易方向を磁気記録媒体面に投影した方向と前記記録トラック方向が略一致することを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項2】 請求項1に記載の磁気記録媒体において、前記記録層の磁化容易方向と磁気記録媒体の法線方向とのなす角度が25°以上55°以下であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項3】 請求項1に記載の磁気記録媒体において、磁化容易方向を磁気記録媒体面に投影した方向と記録トラック方向とのなす角度が70°以下であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項4】 磁気記録媒体と、単磁極ヘッドと、前記単磁極ヘッドを搭載したスライダと、前記スライダを固定するサスペンションアームと、前記サスペンションアームを支持するアクチュエーターを備え、前記アクチュエーターの運動により、前記単磁極ヘッドを磁気記録媒体上の任意の位置に移動させて情報を記録する機能を有する磁気記録装置において、

前記磁気記録媒体は、少なくとも軟磁性裏打ち層と記録層とを有し、前記記録層の磁化容易方向と磁気記録媒体の法線方向とのなす角度が5°以上55°以下であり、前記磁化容易方向を記録層裏面から表面に向かう方向に取り、記録トラック方向を磁気記録媒体の移動方向の上流側から下流側に向かう方向に取るとき、前記磁化容易方向を磁気記録媒体面に投影した方向と前記記録トラック方向が略一致することを特徴とする磁気記録装置。

【請求項5】 請求項4記載の磁気記録装置において、前記磁気記録媒体は、前記記録層の磁化容易方向と磁気記録媒体の法線方向とのなす角度が25°以

上55°以下であることを特徴とする磁気記録装置。

【請求項6】 請求項4記載の磁気記録装置において、前記磁気記録媒体は、前記記録層の磁化容易方向を磁気記録媒体面に投影した方向と記録トラック方向とのなす角度が70°以下であることを特徴とする磁気記録装置。

【請求項7】 Fe, Co, Ni, Mn, Sm, Pt, Pdのうち少なくとも1種類の元素を含有する合金粒子が有機化合物で被覆されてなるナノ粒子を基板上に配置してナノ粒子層を形成するナノ粒子層形成工程と、前記ナノ粒子層に赤外光を照射して磁性ナノ粒子とする赤外光照射工程と、前記ナノ粒子層に磁界を印加して磁性ナノ粒子の磁化の方向を略一方向に制御する磁界印加工程と、前記ナノ粒子層に紫外光を照射して前記有機化合物を架橋する紫外光照射工程とを備える磁気記録媒体の製造方法であって、前記磁界印加工程における印加磁界の方向と前記基板の法線方向とのなす角度が5°以上60°以下であることを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

【請求項8】 Fe, Co, Ni, Mn, Sm, Pt及びPdのうち少なくとも1種類の元素を含有する合金粒子が有機化合物で被覆されてなるナノ粒子が基板上に配置されたナノ粒子層に赤外光を照射して磁性ナノ粒子とする赤外光照射装置と、前記ナノ粒子層に前記基板の法線方向とのなす角度が5°以上60°以下である平行な磁界を印加して磁性ナノ粒子の磁化の方向を略一方向に制御する磁界印加装置と、前記ナノ粒子層に紫外光を照射して前記有機化合物を架橋する紫外光照射装置と、前記基板上の赤外光照射位置および紫外光照射位置を移動させる装置とを備える磁気記録媒体製造装置。

【請求項9】 磁気記録媒体と、単磁極ヘッドと、前記単磁極ヘッドを搭載したスライダと、前記スライダを固定するサスペンションアームと、前記サスペンションアームを支持するアクチュエーターを備え、前記アクチュエーターの運動により、前記単磁極ヘッドを磁気記録媒体上の任意の位置に移動させて情報を記録する機能を有する磁気記録装置において、

前記単磁極ヘッドは、少なくとも主磁極と、補助磁極と、前記主磁極の前記磁気記録媒体の移動方向の下流側に配置され、前記主磁極の幅よりも幅の広いシールドとを有し、

前記磁気記録媒体は、少なくとも軟磁性裏打ち層と記録層とを有し、前記記録層の磁化容易方向と磁気記録媒体の法線方向とのなす角度が15°以上55°以下であることを特徴とする磁気記録装置。

【請求項10】 磁気記録媒体と、単磁極ヘッドと、前記単磁極ヘッドを搭載したスライダと、前記スライダを固定するサスペンションアームと、前記サスペンションアームを支持するアクチュエーターを備え、前記アクチュエーターの運動により、前記単磁極ヘッドを磁気記録媒体上の任意の位置に移動させて情報を記録する機能を有する磁気記録装置において、

前記単磁極ヘッドは、少なくとも主磁極と、補助磁極と、前記主磁極の前記磁気記録媒体の移動方向の下流側に配置され、前記主磁極の幅よりも幅の広いシールドとを有し、

前記磁気記録媒体は、少なくとも軟磁性裏打ち層と記録層とを有し、前記記録層の磁化容易方向を記録層裏面から表面に向かう方向に取り、記録トラック方向を磁気記録媒体の移動方向の上流側から下流側に向かう方向に取るとき、前記磁化容易方向を磁気記録媒体面に投影した方向と前記記録トラック方向とが略一致することを特徴とする磁気記録装置。

【請求項11】 請求項10記載の磁気記録装置において、前記記録層の磁化容易方向と磁気記録媒体の法線方向とのなす角度が15°以上55°以下であることを特徴とする磁気記録装置。

【請求項12】 請求項11記載の磁気記録装置において、前記補助磁極は前記主磁極に対して前記磁気記録媒体の移動方向の下流側に位置することを特徴とする磁気記録装置。

【請求項13】 請求項11記載の磁気記録装置において、前記補助磁極は前記主磁極に対して前記磁気記録媒体の移動方向の上流側に位置することを特徴とする磁気記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、磁化容易方向に特徴を有する磁気記録媒体とそれを搭載した磁気記

録装置及び磁気記録媒体の製造方法、製造装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

磁気記録装置の面記録密度を向上させるため、従来の面内磁気記録方式に代わって垂直磁気記録方式を用いることが考えられる。垂直磁気記録は、記録媒体に形成する記録磁化の向きを、膜面に対して垂直方向とするものであり、微細な記録磁化が熱的に安定となる利点がある。また垂直磁気記録に用いられる磁気ヘッドは記録再生分離ヘッドが考えられ、再生ヘッドには従来の面内磁気記録と同様の磁気抵抗効果型ヘッドが用いられるが、記録ヘッドには主磁極と補助磁極からなる单磁極ヘッドを用いることができる。单磁極ヘッドは、記録される垂直記録媒体に記録層の裏面に軟磁性層からなる裏打ち層を設けた二層媒体を用いることにより、従来の面内磁気記録で用いられているリングヘッドに比較してより強い磁界を発生させることができる利点を有する。垂直磁気記録方式において、分解能、S/Nなどの記録特性の向上が望まれている。ところが、例えばS/Nを高めるために記録媒体の記録層の平均粒径を小さくしたり、分解能を高くしようとヘッド磁界勾配を急峻にするために記録層の厚みを減らしたりすると、どうしても記録媒体の耐熱減磁特性が低下するという問題があった。

【0003】

磁気記録の方式としてはこの他に磁気テープ媒体では広く用いられている斜め記録方式がある。これは記録磁化の向きを膜面法線方向から傾いた方向とし、リングヘッドで記録するもので、S/N比の高い記録が実現できる。磁気テープ媒体の場合、記録トラック方向に対して、記録磁化を傾ける方向を逆にすると記録特性に違いがあることがよく知られている。すなわち、記録磁化の方向をテープ媒体の裏面から表面に向かう方向に取り、記録トラック方向をテープ媒体の移動方向の上流側から下流側に向かう方向に取るとき、記録磁化の方向をテープ媒体面上に投影した方向と前記記録トラック方向とが逆向きになる場合に記録特性がよい。このことは例えばアイ・イー・イー・トランザクションズ・オン・マグネティクス19巻(1983年)1635頁から1637頁(IEEE Transactions on Magnetics, MAG-19 (1983) 1635-1637)に述べられている。この斜め

記録方式をディスク状媒体に適用する試みは、例えば、特開昭58-128023号公報に述べられている。特開昭58-128023号公報には、リングヘッドで記録した場合、磁気記録媒体を構成する針状結晶粒子の長軸の基板表面の射影が円板の円周に実質上平行で、かつこの長軸が基板表面の垂線から45°以上の方に向いていているとき再生出力が向上することが開示されている。一方、裏打ち層を備えた媒体に単磁極ヘッドで記録するときに磁化容易軸を傾斜させる効果については特開平9-212855号公報に述べられている。特開平9-212855号公報によれば、媒体の磁化容易軸を磁気記録媒体に投影した軸がトラック方向から90°の方向に傾斜させた場合にS/Nが向上することが述べられている。ただし、これらディスク状媒体に関する従来技術は、いずれも磁気記録媒体の移動方向と磁化容易軸の傾斜方向との関係が及ぼす効果についての検討はなされていなかった。

【0004】

磁気記録媒体の製造方法として、面内磁気記録媒体や垂直磁気記録媒体の製造方法として従来から用いられている方法は、磁気記録媒体を構成する磁性材料などの薄膜を基板上に真空蒸着やスパッタリングなどの物理蒸着法により堆積させるものである。面内磁気記録媒体では、配向性を制御した下地膜の表面にエピタキシャル成長により記録層を形成し、磁化容易軸が膜面に平行になるように結晶を配向させる。膜面内では各結晶粒で概ねランダムな磁化容易軸をもつ場合と、ディスク状の磁気記録媒体の円周方向に磁化が向きやすいように弱い異方性を持たせる場合とがある。後者は、従来、テクスチャと呼ばれる微細な溝を表面に機械的に形成した基板を用いることにより実現していた。しかし記録密度を向上させるためには磁気ヘッドと磁気記録媒体の間のスペーシングを低減する必要がある。そこでテクスチャのない平滑な基板を用い、薄膜形成時に飛来する堆積粒子が基板法線方向から円周方向に傾いた方向となるように制御することで円周方向の異方性を持たせる技術が例えば特開2001-14664号公報、特開2002-109729号公報に開示されている。

【0005】

また、全く別の製造方法としては、磁性ナノ粒子を規則的に配列させる方法が

特開2000-48340号公報に開示されている。ただし、粒子の磁気異方性を制御する方法については述べられていない。

【0006】

垂直磁気記録に用いるヘッドとしては、上述のとおり、主磁極と補助磁極からなる単磁極ヘッドが用いられる。この単磁極ヘッドの磁界勾配を向上させることを目的として、主磁極の近傍に軟磁性薄膜からなるシールドを配置した構造のヘッドが提案されている。このタイプのヘッドを開示した例として、米国特許第4656546号、および、アイ・イー・イー・トランザクションズ・オン・マグネティクス38巻(2002年)163~168頁、1719~1724頁、2216~2218頁(IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 38 (2002) 163-168, 1719-1724, 2216-2218)を挙げることができる。これらは、いずれも垂直磁気記録に用いるヘッドであり、磁化容易軸を傾斜させた媒体に対して用いることは想定されていない。また、これらの従来技術では、このタイプのヘッドは、従来の単磁極ヘッドに比べて、磁界勾配が急峻になることが述べられているが、磁界強度が減少する点についてはあまり触れていないか、磁界の面内成分が増えることで垂直磁気記録媒体の磁化反転が容易になること、主磁極を厚くし浮上量を小さくすることで磁界強度を確保できること、などにより克服できると述べられている。

【0007】

【特許文献1】

特開昭58-128023号公報

【特許文献2】

特開平9-212855号公報

【特許文献3】

特開2001-14664号公報

【特許文献4】

特開2002-109729号公報

【特許文献5】

特開2000-48340号公報

【特許文献6】

米国特許第4656546号

【非特許文献1】

IEEE Transactions on Magnetics, MAG-19 (1983) 1635-1637

【非特許文献2】

IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 38 (2002) 163-168, 1719-1724, 2
216-2218

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

上記従来技術のうち、裏打ち層を備えた媒体に単磁極ヘッドで記録する垂直磁気記録方式において、耐熱減磁特性を損なうことなく分解能とS/Nを向上させる方法は従来提案されていなかった。また、裏打ち層を備え、磁化容易軸を媒体法線方向から傾斜させた媒体に単磁極ヘッドで記録する技術において、媒体移動方向と磁化容易方向を媒体面上に投影した方向が平行に近い場合についての検討はなされていなかった。

【0009】

また、上記従来技術のうち、主磁極の近傍に軟磁性薄膜からなるシールドを配置した構造の単磁極ヘッドで裏打ち層を備えた垂直磁気記録媒体に記録を行なう場合に、磁界強度が不足し、耐熱減磁性を損なわずに高面記録密度の磁気記録を行なうために磁気異方性の大きな材料を記録媒体に用いると、垂直記録方式では記録が十分に行なえないという問題があった。

【0010】

本発明の目的は、従来の垂直磁気記録媒体に比較して、耐熱減磁特性を損なうことなく、分解能とS/Nの高い磁気記録媒体を提供することにある。本発明の他の目的は、このような磁気記録媒体を用いて、従来の垂直磁気記録方式を用いた磁気記録装置に比較してより高面記録密度の磁気記録装置を提供することにある。本発明の他の目的は、このような磁気記録媒体の製造方法並びに製造装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明の磁気記録媒体は、少なくとも軟磁性裏打ち層と記録層を有し、記録層の磁化容易方向が磁気記録媒体の法線方向から傾いた方向にあり、磁化容易方向を記録層裏面から表面に向かう方向に取り、記録トラック方向を磁気記録媒体の移動方向の上流側から下流側に向かう方向に取るとき、磁化容易方向を磁気記録媒体面上に投影した方向と記録トラック方向とが略一致することを特徴とする。これは前項で述べたテープ媒体とリングヘッドの組み合わせの場合に好適な方向とは逆方向である。磁化容易方向を磁気記録媒体面上に投影した方向と記録トラック方向とのなす角度を70°以下としてもよい。磁化容易方向は、磁気記録媒体の法線方向から5°以上55°以下の方向に傾けることに特徴がある。

【0012】

本発明の磁気記録装置は、これらの媒体を用い、単磁極ヘッドにより情報を記録されることを特徴とする。本発明の磁気記録装置は、少なくとも単磁極ヘッドと、単磁極ヘッドを搭載したスライダと、スライダを固定するサスペンションアームと、サスペンションアームを支持するアクチュエーターを備え、アクチュエーターが動くことにより、単磁極ヘッドを回転するディスク状の磁気記録媒体上の任意の位置に移動させて情報を記録する機能を有する。単磁極ヘッドは、少なくとも主磁極と補助磁極を有する。また、主磁極の磁気記録媒体の移動方向の下流側に主として配置され、主磁極の幅よりも幅の広いシールドをさらに有してもよい。シールドを有する単磁極ヘッドを用いる場合には、磁気記録媒体の記録層の磁化容易方向と磁気記録媒体の法線方向とのなす角度を15°以上55°以下とすることが望ましい。

【0013】

本発明の磁気記録媒体の製造方法には、大きく分けて次の二つの方法が考えられる。その一つは、面内磁気記録媒体や垂直磁気記録媒体の製造方法として従来から用いられている方法と同様、磁気記録媒体を構成する磁性材料の薄膜を基板上に真空蒸着やスパッタリングなどの物理蒸着法により堆積させるものである。本発明の磁気記録媒体は、蒸着あるいはスパッタリング粒子を基板の法線方向か

ら傾いた方向から入射させることにより製造することができる。すなわち通常のスパッタリング法でターゲットから基板に飛来する粒子のうち基板の法線方向から特定の角度に傾いた方向の粒子のみを通過せしめるようなマスク板をターゲットと基板の間に置く方法が考えられる。この場合、基板およびターゲットを回転させながら成膜することで基板全面で均一な膜が得られる。また、イオンビームスパッタリングのように方向性をもったスパッタリング粒子が得られるようなスパッタ法を用いて、基板を回転させながら成膜すれば、マスク板やスリットを使うことなく本発明の磁気記録媒体を製造することができる。

【0014】

考えられるもう一つの製造方法は、不規則合金を熱処理することにより規則化させることで強磁性を発現する $L1_0$ 型結晶構造などの金属間化合物材料の薄膜を記録層として用いる方法である。ナノメータサイズの微小な不規則合金粒子と有機化合物からなるナノ粒子層を基板上に形成し、赤外レーザを照射して粒子を加熱して規則化させ、規則化が始まると同時に外部から磁界を膜面法線方向から傾いた方向に印加して粒子の磁化容易方向を磁界方向に向けた後、紫外光を照射して有機化合物を架橋し、ナノ粒子を固着することにより本発明の磁気記録媒体製造することができる。

【0015】

この場合、粒子の平均粒径は 20 nm 以下であり、Fe, Co, Ni, Mn, Sm, Pt 及び Pd のうち少なくとも 1 種類の元素を含有する合金とし、磁界印加工程における印加磁界の方向と前記基板の法線方向とのなす角度を 5° 以上 60° 以下とする。有機化合物にはオレイン酸、カルボン酸、ホスホン酸、ホスフイン酸、スルホン酸、スルフィン酸、チオールなどの化合物を用いることができる。

【0016】

また、このような媒体を製造する本発明の磁気記録媒体製造装置は、ナノ粒子が基板上に規則的に配置されたナノ粒子層に赤外光を照射して磁性ナノ粒子とする赤外光照射装置と、ナノ粒子層に基板の法線方向とのなす角度が 5° 以上 60° 以下である平行な磁界を印加して磁性ナノ粒子の磁化の方向を略一方向に制御

する磁界印加装置と、ナノ粒子層に紫外光を照射して前記有機化合物を架橋する紫外光照射装置と、基板上の赤外光照射位置および紫外光照射位置を移動させる装置とを備えることを特徴とする。

【0017】

本発明の磁気記録媒体及び磁気記録装置は、円盤状の基板に形成し、回転させて記録する磁気ディスク装置に限定されるものではなく、ヘッドと媒体の位置を相対的に動かしながら記録再生する記録装置であれば有効である。もちろん磁気テープ装置にも用いることができる。

【0018】

本発明によって得られた磁気記録媒体を用いることにより、耐熱減磁特性を損なうことなく、分解能とS/Nを高めることができる。さらに、本発明の磁気記録媒体を搭載することにより面記録密度を向上させた磁気記録装置を提供できる。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

【実施例1】

図1は、本発明による磁気記録媒体の一例の断面を示す概略図である。基板11上に設けられた軟磁性裏打ち層12とその表面に中間層13を介して記録層14が設けられている。記録層の表面には保護層15が設けられる。記録層の磁化容易方向16は媒体の法線方向から媒体の移動方向17に向けて傾いた方向に存在する。

【0020】

図2は、本発明による磁気記録装置の一例の概略図である。ロータリーアクチュエーター21に支持されたサスペンションアーム22の先端にスライダ23が固定されている。このスライダの端部に設けられた磁気ヘッド素子部24により図の回転方向25に回転する磁気記録媒体26に情報を記録再生する。磁気ヘッド素子部24における記録ヘッドには単磁極ヘッド、再生ヘッドには磁気抵抗効果型ヘッドを用いた。ロータリーアクチュエーター21が回転することによりヘ

ッド素子24をディスクの異なる半径位置へと移動させ位置決めすることが可能となる。このとき、媒体上には同心円の記録トラック27が形成される。

【0021】

図3は、本発明の一実施例の磁気記録過程におけるヘッドと媒体の配置を示す模式図である。主磁極31と補助磁極32とコイル33からなる記録ヘッド（単磁極ヘッド）と、一方を補助磁極が兼用する一対のシールド32、37間に挟まれた磁気抵抗効果膜38を有する再生ヘッドを備えるヘッドは、記録層34と軟磁性裏打ち層35を有する磁気記録媒体に相対して配置される。コイル33に電流を流して励磁すると、主磁極31の先端と軟磁性裏打ち層35の間に垂直方向の磁界が生じ、これにより磁気記録媒体の記録層34に記録がなされる。軟磁性裏打ち層35へ流れた磁束は補助磁極32へと戻り磁気回路を作る。媒体とヘッドは相対的に位置を変えながら記録がなされる。ここでヘッドを固定し媒体が移動するとき、記録トラック方向を媒体移動方向36の上流側から下流側に向かう方向とし、磁化容易方向を記録層裏面から表面に向かう方向に取るとき、磁化容易方向を媒体面に投影した方向と記録トラック方向がほぼ一致するように配置する。なお厳密には記録トラックは媒体の回転中心を中心とする同心円であるため、ここで述べている記録トラック方向とはその場所での記録トラックに対する接線方向のことである。

【0022】

図4は本実施例に用いた磁気記録媒体の磁化容易方向と媒体移動方向を示したものである。本実施例では、磁気記録媒体41の磁化容易方向42は磁気記録媒体の法線方向43から角度 α だけ傾いた方向にあるが、磁化容易方向を記録層裏面から表面に向かう方向に取り、記録トラック方向44を磁気記録媒体の移動方向45の上流側から下流側に向かう方向に取るとき、磁化容易方向42を磁気記録媒体面に投影した方向46と記録トラック方向44が略一致するようにした。なお、記録トラック方向44はディスク状の磁気記録媒体41と同心円である記録トラック47の接線方向とした。

【0023】

ここで、磁化容易方向と磁気記録媒体の法線方向との角度 α を変えた場合の記

録再生特性を計算機シミュレーションにより見積もった結果を図5及び図6に示す。計算条件は、記録層の磁性粒子の平均粒径12.7nm、記録層膜厚20nm、磁気異方性定数 $1.3 \times 10^5 \text{ J/m}^3$ 、飽和磁化0.314T、裏打ち層厚さ100nm、裏打ち層飽和磁束密度1.8T、裏打ち層比透磁率100、主磁極幅150nm、主磁極厚さ400nm、ヘッド媒体間の磁気的スペーシング15nm、ヘッド媒体間相対速度20m/sとした。ビット長152nmの低密度記録および38nmの高密度記録を行い、低密度出力に対する高密度出力の百分率である分解能と、高密度ノイズに対する低密度出力の比をdBで表したS/N比を求めた。ヘッド磁界強度は939kA/mであった。

【0024】

図5に角度 α に対する分解能を、図6に角度 α に対するS/Nをそれぞれ示す。分解能は $\alpha = 0^\circ$ での値に対して $\alpha \geq 25^\circ$ で徐々に向上する。一方、S/Nは $5^\circ \leq \alpha \leq 55^\circ$ で $\alpha = 0^\circ$ の時よりも向上した。したがって本発明は、磁化容易方向と磁気記録媒体の法線方向との角度 α が 5° 以上 55° 以下の場合にS/Nを向上させる効果があり、特に α が 25° 以上 55° 以下の場合に分解能及びS/Nを共に向上させる効果があることがわかった。 α が大きいほど分解能及びS/Nが高くなる原因は明らかではないが、必要記録磁界の変化と関係があると考えられる。

【0025】

図7に、角度 α に対する必要記録磁界を示した。ここで、必要記録磁界とは、ヘッド磁界強度の最大値を変えて記録して求めた再生出力の最大値に対して80%の再生出力が得られるヘッド磁界強度と定義した。ビット長は152nmとした。必要記録磁界は $0^\circ \leq \alpha \leq 50^\circ$ の範囲で単調に減少した。分解能及びS/Nを見積もったときの記録磁界はどの場合も一定値としたため、必要記録磁界が低い場合ほど、分解能及びS/Nを見積もったときの相対的な記録磁界が大きくなっている。これが分解能及びS/Nを向上させたと考えられる。

【0026】

上述のとおり、本発明では、磁化容易方向と磁気記録媒体の法線方向との角度 α が $5^\circ \leq \alpha \leq 55^\circ$ 以下の場合にS/Nを向上させる効果があり、特に 25°

$\leq \alpha \leq 55^\circ$ の場合に分解能及びS/Nを共に向上させる効果があった。例えば $\alpha = 40^\circ$ の場合には、 $\alpha = 0^\circ$ 、すなわち磁化容易方向が磁気記録媒体の法線方向にある場合に比べて分解能が1.4倍になり、S/Nが3dB改善された。また、この二つの媒体の耐熱減磁特性は、記録後の経過時間10秒の場合の再生出力に対する100時間後の再生出力の割合で表すと、共に0.88となり差がなかった。

【0027】

[実施例2]

実施例1と同様の磁気記録媒体において、磁化容易方向を記録層裏面から表面に向かう方向に取り、記録トラック方向を磁気記録媒体の移動方向の上流側から下流側に向かう方向に取るとき、磁化容易方向を磁気記録媒体面に投影した方向と記録トラック方向との角度 β を変えた場合の分解能とS/Nを見積もった。

【0028】

図8は、本実施例に用いた磁気記録媒体の磁化容易方向と媒体移動方向を示したものである。磁気記録媒体81の磁化容易方向82は磁気記録媒体の法線方向83から角度 α だけ傾いた方向にあるが、磁化容易方向を記録層裏面から表面に向かう方向に取り、記録トラック方向84を磁気記録媒体の移動方向85の上流側から下流側に向かう方向に取るとき、磁化容易方向を磁気記録媒体面に投影した方向86と記録トラック方向84とのなす角度を β としている。なお記録トラック方向84はディスク状の磁気記録媒体81と同心円である記録トラック87の接線方向である。磁化容易方向と磁気記録媒体の法線方向との角度 α は45°に固定した。

【0029】

図9に角度 β に対する分解能を、図10に角度 β に対するS/Nをそれぞれ示す。図9に示すように、分解能は $0^\circ \leq \beta \leq 20^\circ$ の範囲が最も高く、 $20^\circ \leq \beta \leq 135^\circ$ の範囲で単調に減少したが、 $0^\circ \leq \beta \leq 110^\circ$ の範囲で図5に示した $\alpha = 0^\circ$ での分解能を上回っていた。図10より、S/Nは $0^\circ \leq \beta \leq 70^\circ$ の範囲で高いことがわかった。したがって $0^\circ \leq \beta \leq 70^\circ$ の範囲であれば、分解能およびS/Nが共に向上する効果が得られることがわかった。また、 $\beta =$

180°の場合にも $\beta = 0^\circ$ と比較して低分解能、低S/Nであることがわかった。 $\beta = 180^\circ$ の場合の磁化容易方向は、本発明の磁化容易方向とは逆の方向に傾斜している。すなわち、磁化容易方向を記録層裏面から表面に向かう方向に取り、記録トラック方向を磁気記録媒体の移動方向の上流側から下流側に向かう方向に取ると、磁化容易方向を磁気記録媒体面に投影した方向と記録トラック方向とが反平行となる場合である。これは斜め蒸着テープにリングヘッドで記録する場合に好適とされる配置である。

【0030】

本発明で斜め蒸着テープとリングヘッドの組み合わせで好適な磁化容易方向とは逆に傾ける方が有効となった理由は明らかではないが、本発明の磁気記録媒体の記録層は図3に示すとおり軟磁性裏打ち層を備えており、記録過程において単磁極ヘッドの主磁極から軟磁性裏打ち層に向かってほぼ媒体法線方向に急峻な磁界が印加される点が、軟磁性裏打ち層のないテープ媒体にリングヘッドを用いた場合とは異なる作用をもたらしていると考えられる。

【0031】

上述のとおり、本発明では、斜め蒸着テープの場合とは逆の、磁化容易方向を磁気記録媒体面に投影した方向と記録トラック方向との角度 β が、 $0^\circ \leq \beta \leq 70^\circ$ の場合に分解能およびS/Nを共に向上させる効果があり、特に $0^\circ \leq \beta \leq 20^\circ$ の範囲にあるときに分解能向上の効果が大きい。例えば $\beta = 20^\circ$ で $\alpha = 45^\circ$ の場合は、 $\alpha = 0^\circ$ 、すなわち磁化容易方向が磁気記録媒体の法線方向にある場合に比べて分解能が1.5倍に改善された。なお、この二つの媒体の耐熱減磁特性は、記録後の経過時間10秒の場合の再生出力に対する100時間後の再生出力の割合で表すと、前者が0.89、後者が0.88でほとんど差がなかった。

【0032】

【実施例3】

実施例1と同様の磁気記録媒体を作製した。成膜にはスパッタリング法を用いた。記録膜形成の際に、ターゲットと基板との間に入射粒子の方向を制限するマスク板を設け、基板の法線方向から一方向に傾いた方向から飛来する粒子のみが

堆積するように配置した。マスク板としてはプロペラ状のものや中心軸が板の法線方向から傾いた穴を設けたものなどが考えられるが、本実施例では後者を用いた。図11にターゲット111、マスク板112、基板113の配置と入射粒子の方向114を示した。ターゲットとマスク板を回転させながら記録膜を堆積させることで均一な膜が形成できた。軟磁性裏打ち層はFeTaCを膜厚400nm、中間膜はNiTaZrを膜厚5nmとし、記録膜はCoCrPtBを膜厚20nmとした。なお、中間膜は記録膜の結晶性および配向性を向上させると共に、軟磁性裏打ち層と記録膜との間の原子拡散を防ぐ機能を有する。表面にはカーボン保護膜を膜厚2nmで成膜した。基板温度373K、スパッタ時のアルゴンガス圧1Paとした。本実施例のマスク板では穴の中心軸が板の法線方向から50°傾いた方向とし、中心軸を基板面に投影したときの軸方向が基板の円周方向の接線方向に一致するように傾けた。

【0033】

このようにして作製した磁気記録媒体の結晶形態を電子顕微鏡で断面観察した。円周の接線に平行に切り出した小片からサンプルを作製し観察したところ、柱状の結晶粒が膜面法線方向から傾いた方向に倒れて形成されていた。傾きの角度はおよそ45°であった。この磁気記録媒体をいくつかの小片に切り、媒体法線方向と円周方向を含む面で磁界を回転させるトルク曲線を測定したところ、磁化容易方向は媒体法線方向から平均しておよそ38°の方向にあることがわかった。このような方法で作製した磁気記録媒体に単磁極ヘッドで記録再生を行ったところ、マスク板を用いずに作製した垂直磁気記録媒体に比較して分解能が1.3倍、S/Nで2.6dB改善されていた。

【0034】

【実施例4】

実施例2と同様の磁気記録媒体を作製した。記録層にはFePt合金のナノ粒子媒体を用いた。FePtはL1₀型結晶構造をもつ金属間化合物で、不規則合金を熱処理することにより規則化させることで強磁性を発現する。本実施例ではあらかじめスパッタリング法で軟磁性裏打ち層FeTaCを膜厚200nm形成し、中間層としてNiTaZrを膜厚4nm形成した基板上に、平均粒径約9n

mの不規則合金粒子とオレイン酸有機化合物からなるナノ粒子膜を形成した。

【0035】

図12の概略図に示すとおり、この基板121に外部の磁界印加装置125, 126から平行な磁界122を印加しながら、赤外光照射装置127から波長800nmの赤外レーザ123を照射して粒子を加熱して規則化させ、粒子の磁気異方性を磁界方向に向けた後、直ちに紫外光照射装置128から波長200nmの紫外光124を照射して有機化合物を架橋し、ナノ粒子を固着することにより磁気異方性を制御した。磁界の大きさは10kOeで、磁界を印加する方向は、媒体法線方向から60°傾いた方向とし、赤外レーザおよび紫外光を照射する場所において、磁界印加方向を媒体面に投影した方向が媒体円周方向から20°になるように配置した。媒体を回転させながら照射を行い、照射位置を半径方向に移動しながら全面をまんべんなく照射した。

【0036】

このようにして作製した磁気記録媒体をいくつかの小片に切り、媒体法線方向と、円周方向から20°回転した方向とを含む面で磁界を回転させてトルク曲線を測定したところ、磁化容易方向は媒体法線方向から平均しておよそ55°の方向にあることがわかった。すなわち、本実施例の方法で、媒体の磁化容易方向を媒体法線方向から55°の方向とするためには、磁界印加方向を媒体法線方向から60°傾いた方向とする必要があった。また、媒体の磁化容易方向を媒体法線方向から5°の方向とするためには、磁界印加方向も媒体法線方向から5°傾いた方向で十分であった。したがって磁化容易方向が媒体法線方向から5°以上55°以下となる磁気記録媒体を製造するために、本実施例の磁気記録媒体を製造する装置は、磁界印加方向を5°以上60°以下の角度で変えられるようにした。

【0037】

このような方法で作製した磁気記録媒体に単磁極ヘッドで記録再生を行ったところ、作製時に磁界を媒体面に垂直に印加した垂直磁気記録媒体に比較して分解能が1.6倍に、S/Nが0.6dB改善されていた。

【0038】

また、同様の方法で記録層の材料を変えた磁気記録媒体を作製した。この場合の分解能とS/Nが、同じ材料を用いて作製時に磁界を媒体面に垂直に印加した垂直磁気記録媒体の分解能、S/Nに対してどれくらい改善されたかを比較した結果を表1に示す。

【0039】

【表1】

表1. 記録層材料による分解能、S/Nの改善効果の比較

記録層材料	分解能改善比 (-)	S/N改善比 (dB)
FePt	1.6	0.6
CoPt	1.3	0.3
CoPd	1.2	0.4
SmCo	1.2	0.5
FeNiPt	1.1	0.3
FeMnAl	1.1	0.0

【0040】

【実施例5】

実施例1と同様の磁気記録媒体を用いた磁気記録装置において、ヘッドに、図13の模式図に示すような構造を持つ記録再生ヘッドを用いた。すなわち、ヘッドは、主磁極131と補助磁極132とコイル133からなる記録ヘッドと、磁気抵抗効果膜138をシールド139a, 139bで挟んだ構造の再生ヘッドとを有し、記録層134と軟磁性裏打ち層135を有する磁気記録媒体が相対して配置される。記録トラック方向を媒体移動方向136の上流側から下流側に向かう方向とし、記録層134の磁化容易方向を記録層裏面から表面に向かう方向に取ると、磁化容易方向を媒体面に投影した方向と記録トラック方向がほぼ一致するように配置する。ここで、実施例1と異なり、補助磁極132は主磁極131に対して、媒体移動方向136の下流側に配置される。さらに、補助磁極132に接続され、主磁極131の近傍にまで伸びた軟磁性薄膜からなるシールド137を備える。図14に、磁気ヘッドのA B S面（浮上面）から見たヘッドの磁

極配置の模式図を示す。図14に示されるように、媒体移動方向136に対して下流側の主磁極131の端部の幅に比較して、それと対向するシールド137の幅が広いという特徴がある。

【0041】

このような磁極配置のヘッドを用いて、実施例1と同様の媒体に記録した場合の記録再生特性を計算機シミュレーションにより見積もった。計算条件は、記録層の磁性粒子の平均粒径12.7nm、記録層膜厚20nm、磁気異方性定数 $1.3 \times 10^5 \text{ J/m}^3$ 、飽和磁化0.314T、裏打ち層厚さ100nm、裏打ち層飽和磁束密度1.2T、裏打ち層比透磁率500、主磁極幅160nm、主磁極厚さ160nm、ヘッド媒体間の磁気的スペーシング15nm、ヘッド媒体間相対速度20m/sとした。図14の主磁極131とシールド137の間隔は40nmとし、シールド137の幅は4.9μm、厚さは100nm、シールド137の媒体移動方向の長さは2μmとした。ビット長152nmの低密度記録および38nmの高密度記録を行い、低密度出力に対する高密度出力の百分率である分解能と、高密度ノイズに対する低密度出力の比をdBで表したS/N比を求めた。ヘッド磁界強度は724kA/mであった。なお本実施例に用いた磁気記録媒体の磁化容易方向と媒体移動方向は図4に示したものと同様である。

【0042】

図15に角度 α に対する分解能を、図16に角度 α に対するS/Nをそれぞれ示す。分解能は $\alpha = 0^\circ$ ではほぼゼロであった。すなわち、本実施例のヘッドでは、垂直方向に磁化容易方向をもつ、いわゆる垂直媒体には十分な記録ができないことがわかった。ところが、記録層の磁化容易方向を磁気記録媒体の法線方向から傾けるにつれて記録が可能となり、 $\alpha \geq 15^\circ$ で分解能が18%以上に向上した。また、S/Nは $15^\circ \leq \alpha \leq 55^\circ$ の範囲で、 $\alpha = 0^\circ$ の媒体に従来型の単磁極ヘッドで記録した場合のS/N(17.9dB、図6参照)よりも向上した。したがって本実施例では、磁化容易方向と磁気記録媒体の法線方向との角度 α が 15° 以上 55° 以下の場合にS/Nおよび分解能を向上させる効果があることがわかった。

【0043】

$0^\circ \leq \alpha \leq 15^\circ$ で分解能がとれない理由は、ヘッド磁界強度が弱いためと考えられる。図7で見たとおり、角度 α に対する必要記録磁界は $0^\circ \leq \alpha \leq 15^\circ$ の範囲で、本実施例のヘッド磁界強度 724 kA/m を上回っている。したがって、この範囲ではヘッド磁界強度不足で飽和記録ができない。媒体の磁気異方性を小さくすれば必要記録磁界が低下し、本実施のヘッドでも $0^\circ \leq \alpha \leq 15^\circ$ の媒体に飽和記録できる可能性があるが、この場合、耐熱減磁特性が悪化することが考えられるため適当ではない。したがって、本実施例のヘッドを用いる場合には、 $15^\circ \leq \alpha \leq 55^\circ$ の範囲が適当である。例えば $\alpha = 45^\circ$ の場合には、分解能が 36.8% と大きく、S/Nは $\alpha = 0^\circ$ の媒体に従来型の単磁極ヘッドで記録した場合に比べて 0.7 dB 改善された。また、媒体の耐熱減磁特性は α によらず、記録後の経過時間 10 秒 の場合の再生出力に対する 100 時間 後の再生出力の割合で表すと 0.89 で差がなかった。

【0044】

図19および図20は、補助磁極位置の異なる記録再生ヘッドの変形例を示す模式図である。図19、図20において、図13と同じ機能部分には図13と同じ符号を付し重複する説明を省略する。図13、図14に示した記録再生ヘッドは、補助磁極132が主磁極131に対して、媒体移動方向136の下流側に配置されているが、図19および図20に示した記録再生ヘッドでは、補助磁極192, 202a, 202bが媒体移動方向の上流側あるいは上流側と下流側の両方に位置する点で異なる。また、図19に示したヘッド例では、下流側のシールド197が磁気回路を構成していないが、図20に示したヘッド例ではシールド207が磁気回路を構成している。図19の場合、シールド197の媒体移動方向の長さは $3 \sim 5 \mu\text{m}$ と大きく設定するのがよい。このようなヘッドによっても、上記と同様の結果が得られた。

【0045】

【実施例6】

実施例5と同様の磁気記録装置において、 $\alpha = 45^\circ$ の媒体を用い、ヘッドの軟磁性薄膜シールド形状の異なる2種類のヘッドを用いた場合の記録再生特性を見積もった。図17、図18にABS面（浮上面）から見た主磁極とシールドの

形状を模式的に示した。図17のヘッドでは、主磁極172の側面にまで及ぶシールド173が設けられ、図18のヘッドでは主磁極182の周りを取り囲むようなシールド183が設けられている。図中、174, 184は補助磁極、171, 181は媒体移動方向を表す。

【0046】

磁気記録媒体の記録層中心での磁界強度は主磁極の周りを取り囲むシールドが大きくなるにつれて低下した。このようなヘッドは $\alpha = 0^\circ$ 、すなわち垂直方向に磁化容易方向をもつ、いわゆる垂直媒体に用いたところ記録が困難であったが、 $\alpha = 45^\circ$ の媒体と組み合わせたところ、記録が可能であった。実施例5のヘッドに比較して、図17のヘッドでは分解能が7%、S/Nが1.1dB低下し、図18のヘッドでは分解能が12%、S/Nが1.9dB低下した。しかし、実施例5のヘッドに比較して記録トラック幅が異なり、実施例5のヘッドに較べて図17のヘッドでは15%、図18のヘッドでは21%狭いトラック幅が得られた。すなわち本実施例のヘッドでは、狭トラック記録に好適であることがわかった。

【0047】

[実施例7]

実施例5と同様の磁気記録装置において、磁化容易方向を記録層裏面から表面に向かう方向に取り、記録トラック方向を磁気記録媒体の移動方向の上流側から下流側に向かう方向に取ると、磁化容易方向を磁気記録媒体面に投影した方向と記録トラック方向との角度 β を変えた場合の分解能とS/Nを見積もった。本実施例に用いた磁気記録媒体の磁化容易方向と媒体移動方向の関係は図8に示したものと同様である。また、ヘッドは実施例5で用いた図14の形状のものである。

【0048】

これまでと同様の計算機シミュレーションにより分解能とS/Nを見積もった。実施例5と同様、 $\alpha = 0^\circ$ では記録困難であり、 α を大きくするにつれて記録が可能となる。ここでは、 $\alpha = 45^\circ$ とし、 $\beta = 0^\circ, 90^\circ, 180^\circ$ の場合を比較した。その結果、分解能は $\beta = 0^\circ$ の場合が36.8%ともっとも高く、

$\beta = 90^\circ$ の場合には 27.4%、 $\beta = 180^\circ$ の場合には 32.5% であった。S/N は $\beta = 0^\circ$ の場合は 18.7 dB、 $\beta = 90^\circ$ の場合には 17.4 dB、 $\beta = 180^\circ$ の場合には 17.6 dB であった。

【0049】

また、磁気記録媒体の記録層を構成する結晶粒ごとに β が異なる場合についても検討した。磁気記録媒体全体で見ると α が 45° であるが、 β がランダムな状態である。この場合にも本実施例のヘッドで記録が可能であり、分解能が 23.7%、S/N が 18.1 dB であった。本実施例のヘッドでは、 β がどの方向でも S/N の劣化が少なく、優れた分解能が得られた。これは、本実施例のヘッドの記録磁界勾配が非常に高いためと考えられる。実施例 1 の通常の単磁極ヘッドに比較して、磁界強度が低下するため、磁化容易軸が磁気記録媒体の法線方向に向いた垂直磁気記録媒体には記録困難であるが、磁化容易軸が磁気記録媒体の法線方向から傾いた磁気記録媒体には記録可能であり、記録磁界勾配が優れているヘッドの特徴を十分に生かすことができる。

【0050】

【発明の効果】

本発明によれば、上述したように、磁化容易方向が磁気記録媒体の法線方向から傾いた記録層と軟磁性裏打ち層とを少なくとも有する磁気記録媒体に、単磁極ヘッドにより情報を記録した結果、磁化容易方向が媒体法線方向にある垂直磁気記録媒体に比較して、耐熱減磁特性を損なわずに分解能と S/N を高めることができるという効果がある。また、その結果、面記録密度を向上させた磁気記録装置を提供できるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施例の磁気記録媒体の断面の概略図である。

【図 2】

本発明の一実施例の磁気ディスク装置の概略図である。

【図 3】

本発明の一実施例の磁気記録過程におけるヘッドと媒体の配置を示す模式図で

ある。

【図4】

本発明の一実施例の磁気記録媒体の磁化容易方向と媒体移動方向を示す模式図である。

【図5】

本発明の一実施例の磁化容易方向に対する分解能の変化を示す図である。

【図6】

本発明の一実施例の磁化容易方向に対するS/Nの変化を示す図である。

【図7】

本発明の一実施例の磁化容易方向に対する必要記録磁界の変化を示す図である。

【図8】

本発明の一実施例の磁気記録媒体の磁化容易方向と媒体移動方向を示す模式図である。

【図9】

本発明の一実施例の磁化容易方向に対する分解能の変化を示す図である。

【図10】

本発明の一実施例の磁化容易方向に対するS/Nの変化を示す図である。

【図11】

本発明の一実施例のターゲット、マスク板、基板の配置を示す模式図である。

【図12】

本発明の一実施例の磁界印加方向と磁気記録媒体の配置を示す模式図である。

【図13】

記録再生ヘッドの模式図である。

【図14】

浮上面から見たヘッドの磁極配置の模式図である。

【図15】

角度 α に対する分解能の変化を示す図である。

【図16】

角度 α に対するS/Nの変化を示す図である。

【図17】

浮上面から見た主磁極とシールドの形状を模式的に示す図である。

【図18】

浮上面から見た主磁極とシールドの形状を模式的に示す図である。

【図19】

補助磁極位置の異なる記録再生ヘッドの変形例を示す模式図である。

【図20】

補助磁極位置の異なる記録再生ヘッドの変形例を示す模式図である。

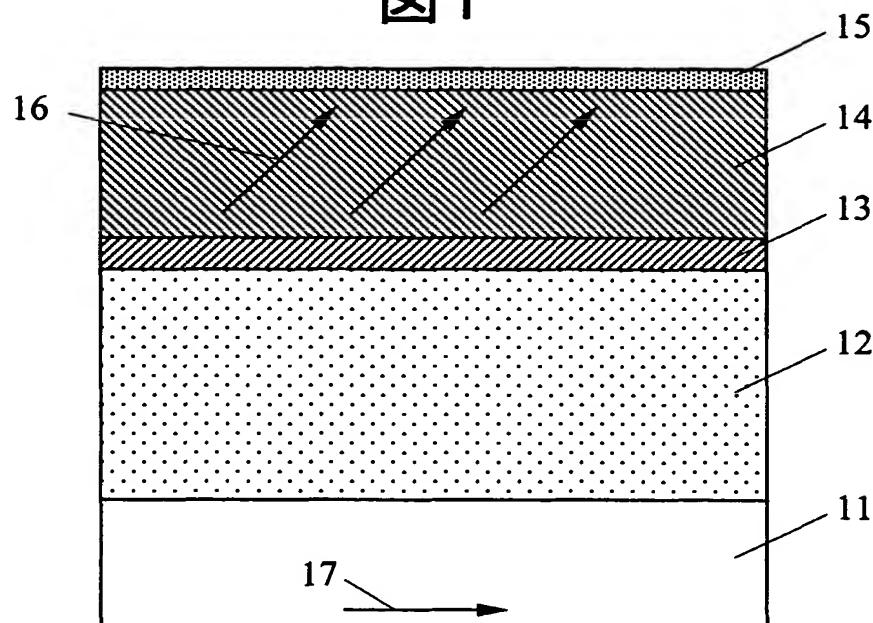
【符号の説明】

1 1, 1 1 3, 1 2 1 … 基板、1 2, 3 5 … 軟磁性裏打ち層、1 3 … 中間層、
1 4, 3 4 … 記録層、1 5 … 保護層、1 6, 4 2, 8 2 … 磁化容易方向、1 7 …
媒体移動方向、2 1 … ロータリーアクチュエーター、2 2 … サスペンションアーム、
2 3 … スライダ、2 4 … 磁気ヘッド素子部、2 5 … ディスク回転方向、2 6
, 4 1, 8 1 … 磁気記録媒体、2 7, 4 7, 8 7 … 記録トラック、3 1 … 主磁極
、3 2 … 補助磁極、3 3 … コイル、3 6, 4 5, 8 5 … 媒体移動方向、3 7 … シ
ールド、3 8 … 磁気抵抗効果膜、4 3, 8 3 … 媒体法線方向、4 4, 8 4 … 記録
トラック方向、4 6, 8 6 … 磁化容易方向を磁気記録媒体面に投影した方向、1
1 1 … ターゲット、1 1 2 … マスク板、1 1 4 … 入射粒子の方向、1 2 2 … 磁界
印加方向、1 2 3 … 赤外レーザ、1 2 4 … 紫外光、1 3 1 … 主磁極、1 3 2 … 補
助磁極、1 3 7, 1 7 3, 1 8 3, 1 9 7, 2 0 7 … シールド

【書類名】 図面

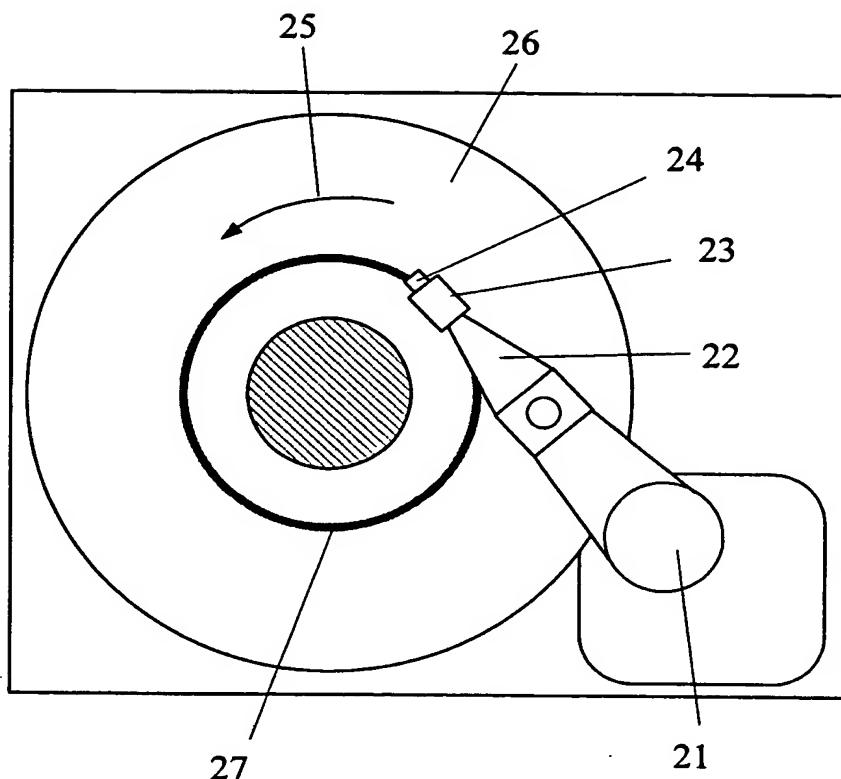
【図1】

図1



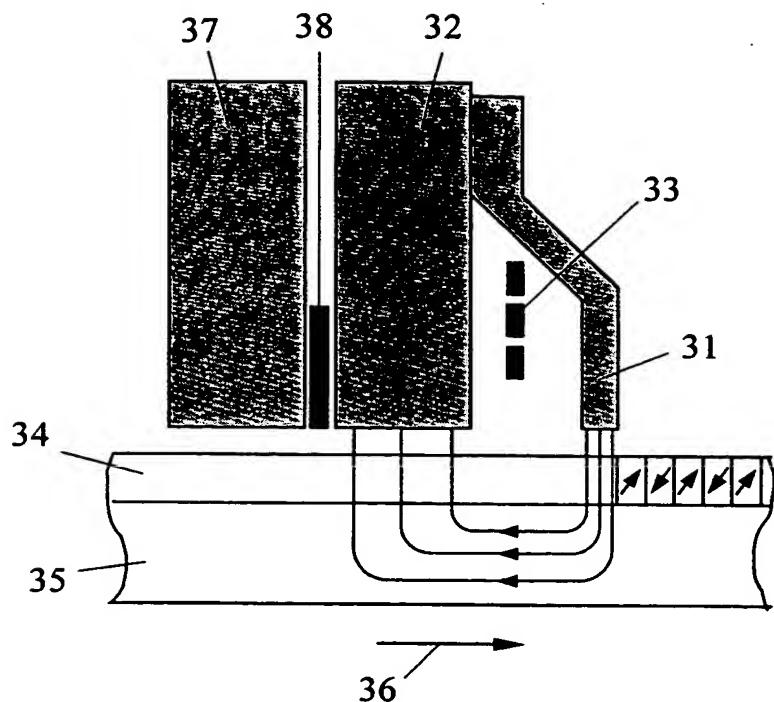
【図2】

図2



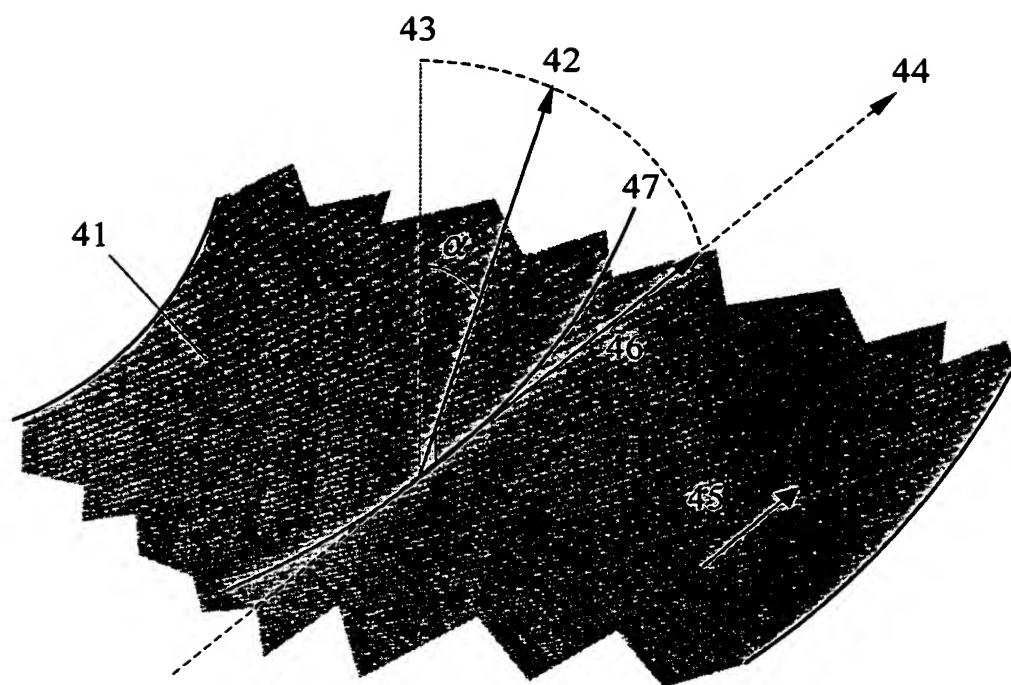
【図3】

図3



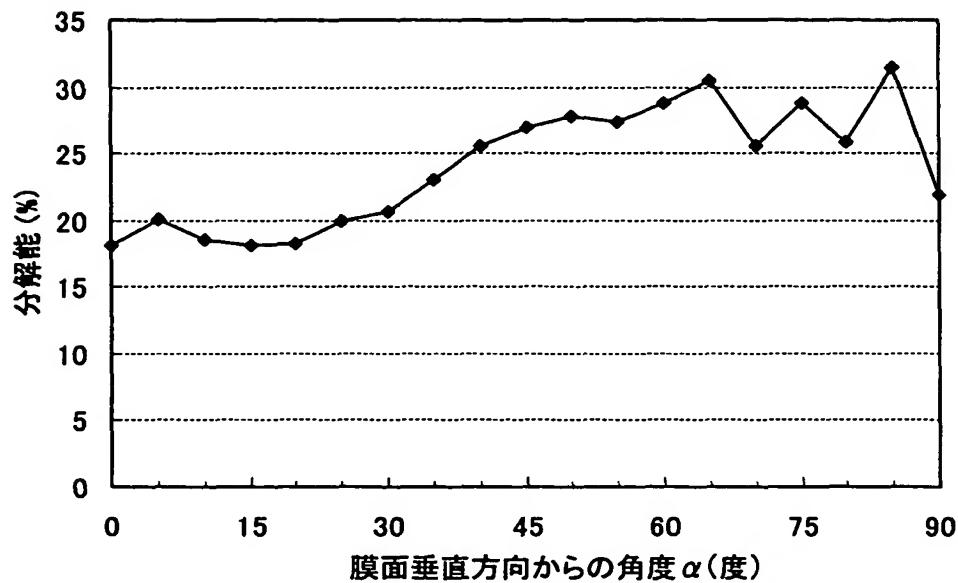
【図4】

図4



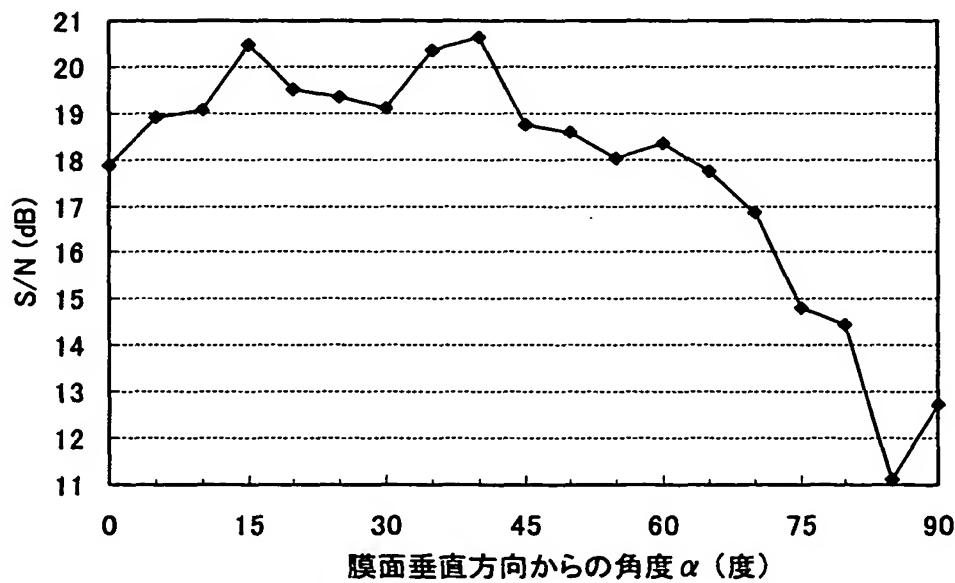
【図5】

図5



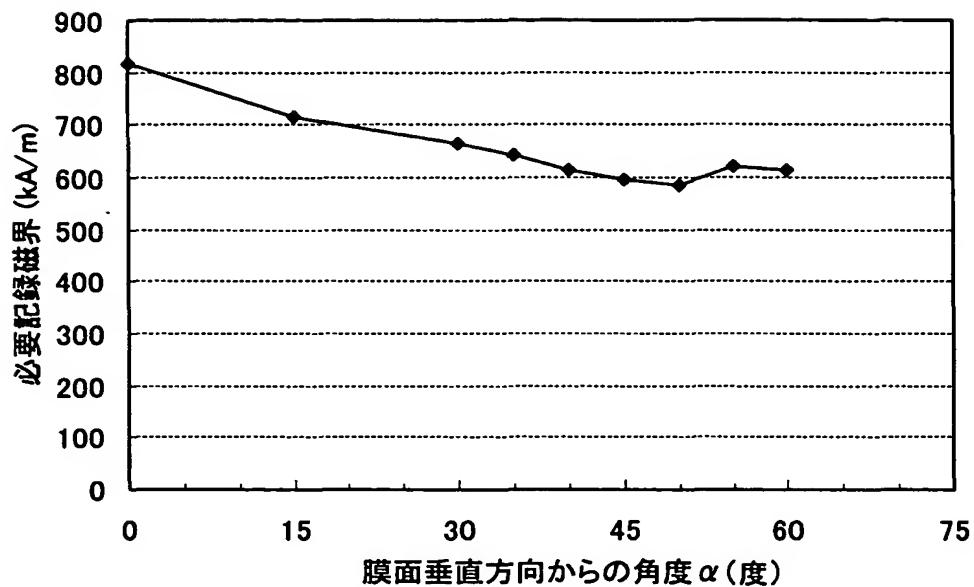
【図6】

図6



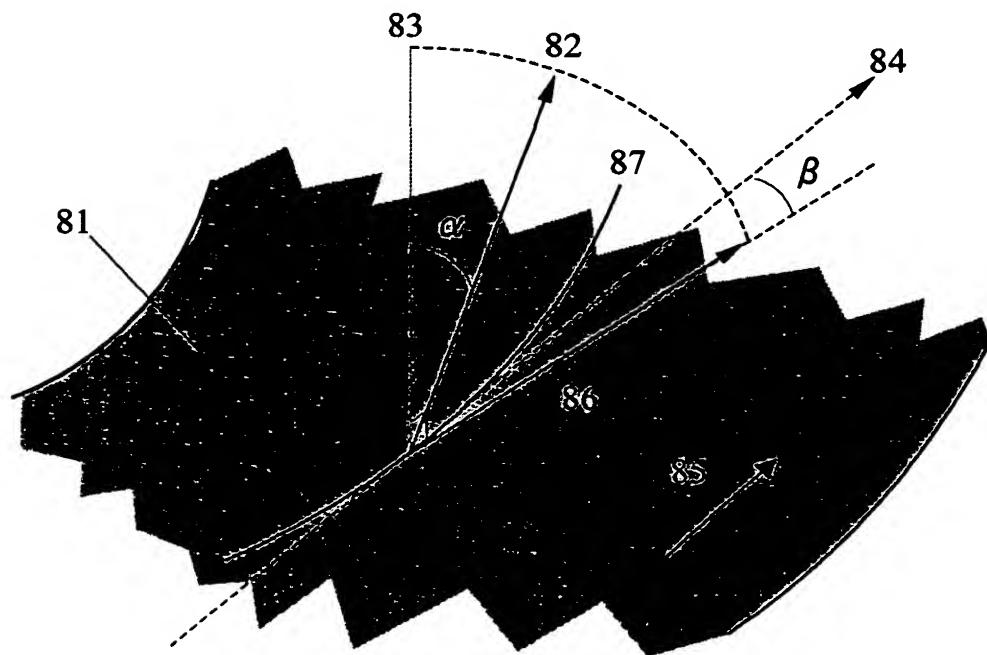
【図7】

図7



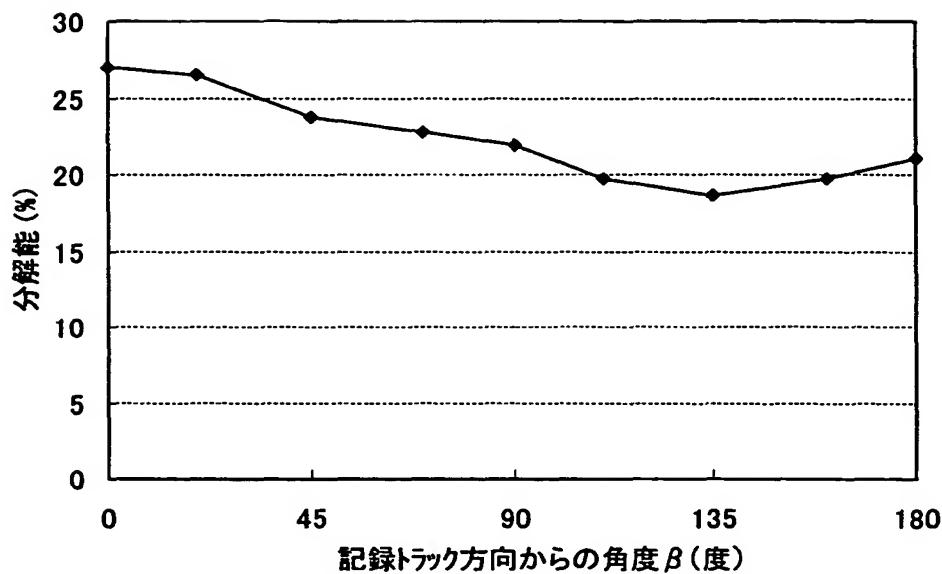
【図8】

図8



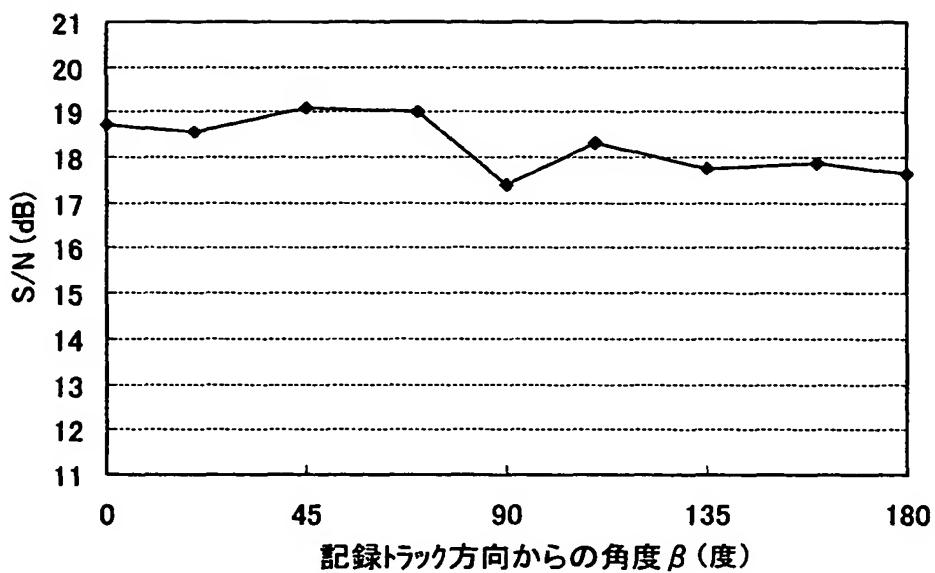
【図9】

図9



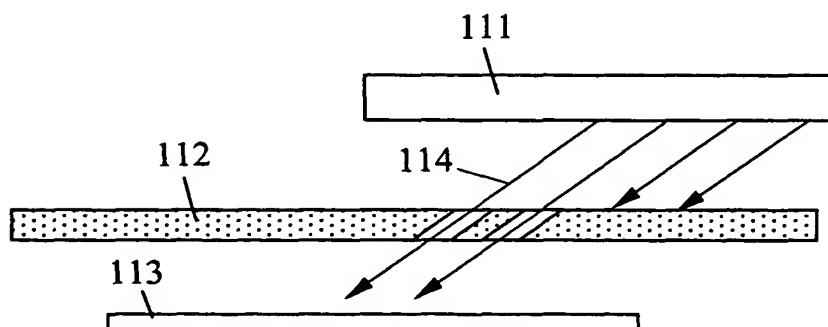
【図10】

図10



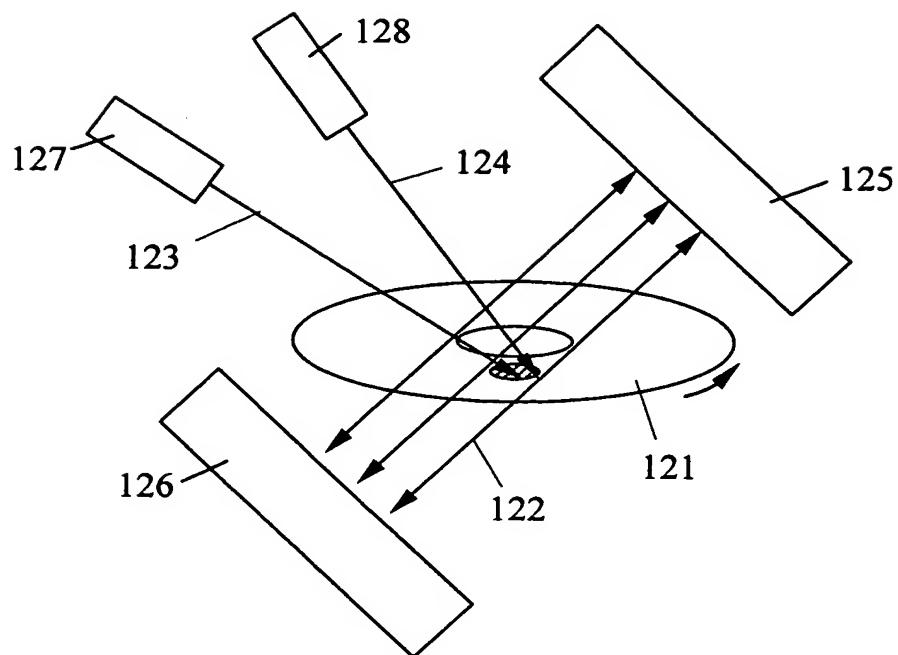
【図11】

図11



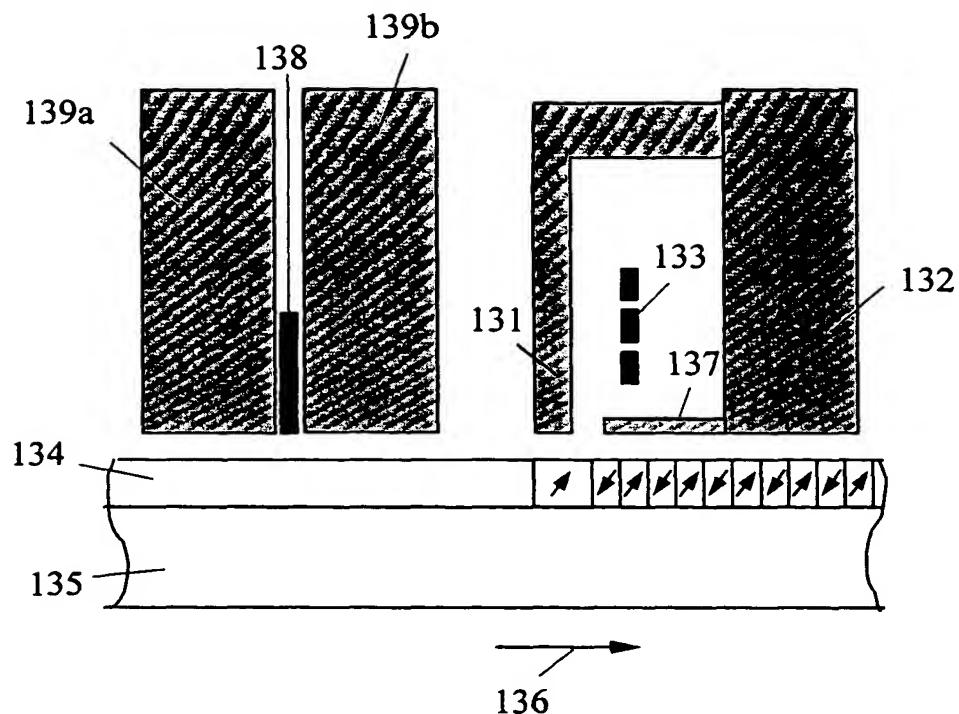
【図12】

図12



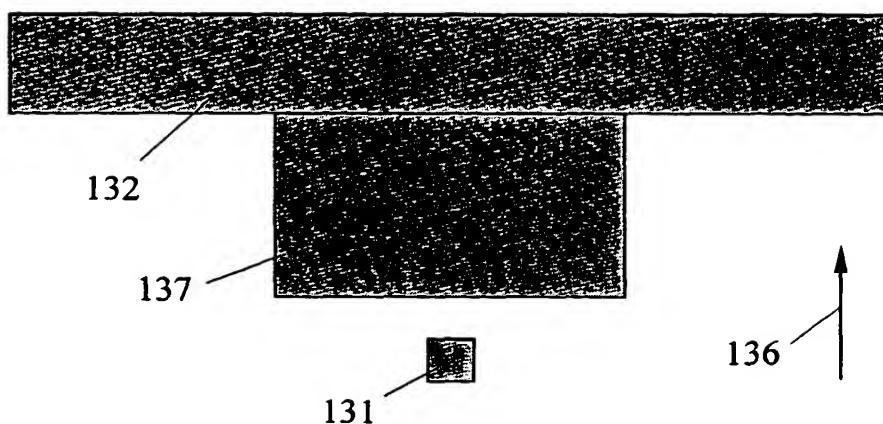
【図13】

図13



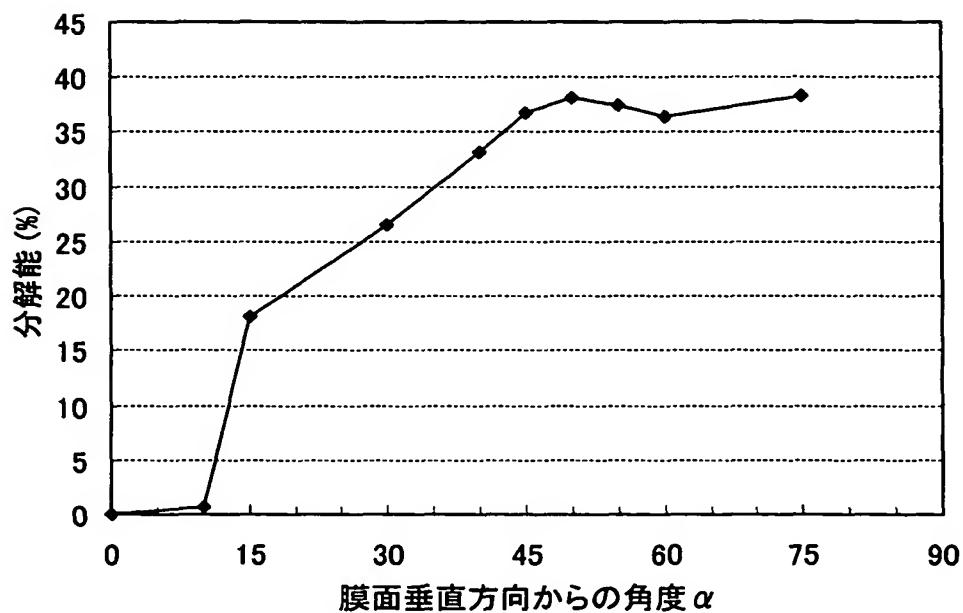
【図14】

図14



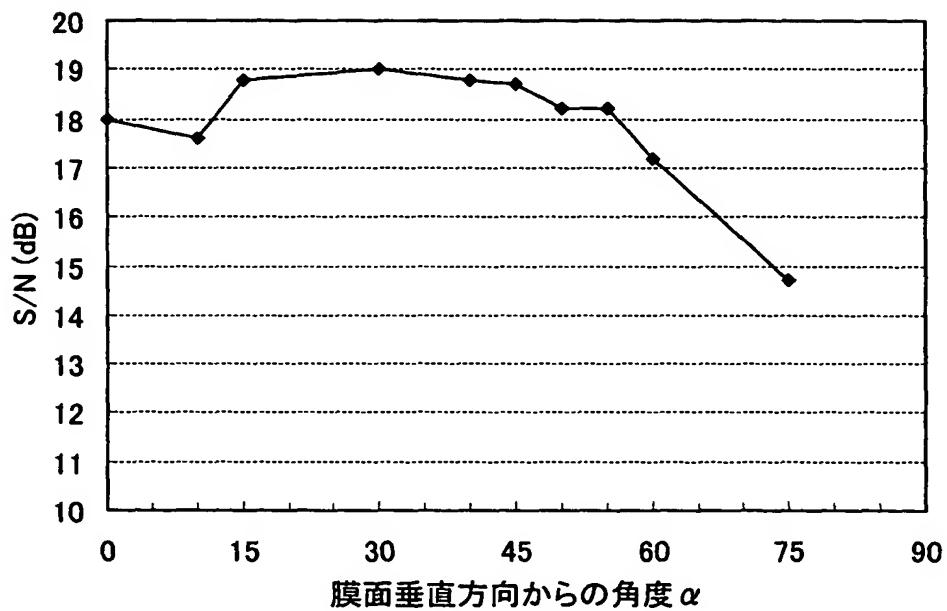
【図15】

図15



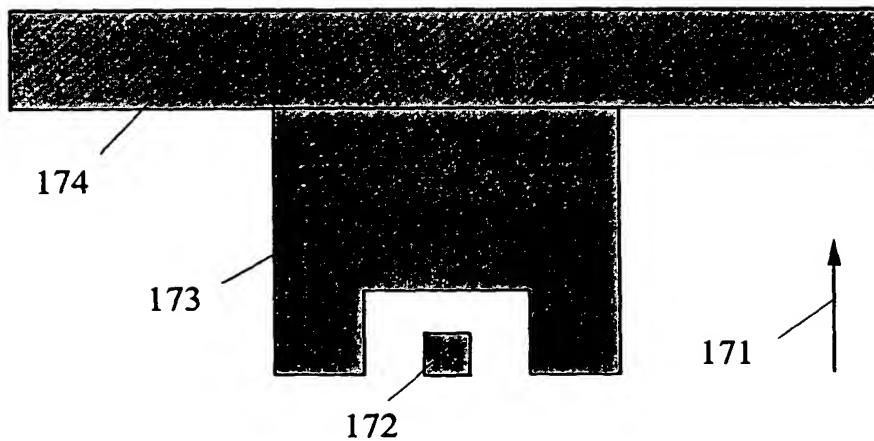
【図16】

図16



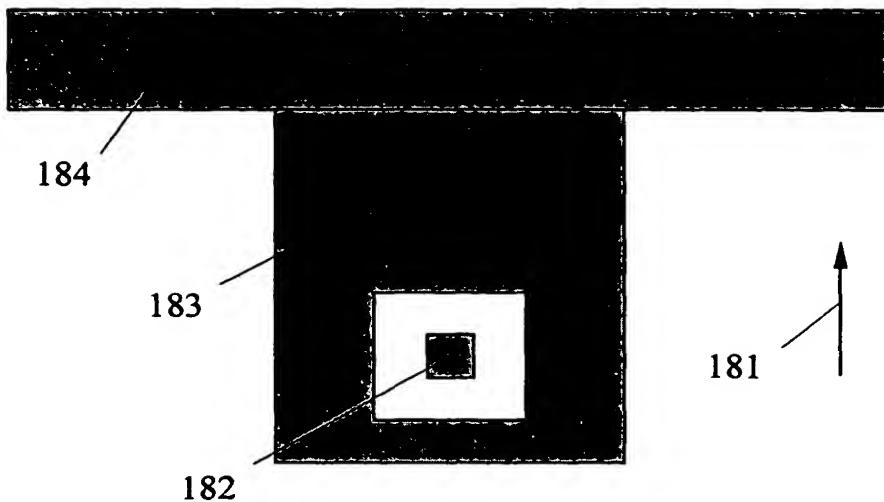
【図17】

図17



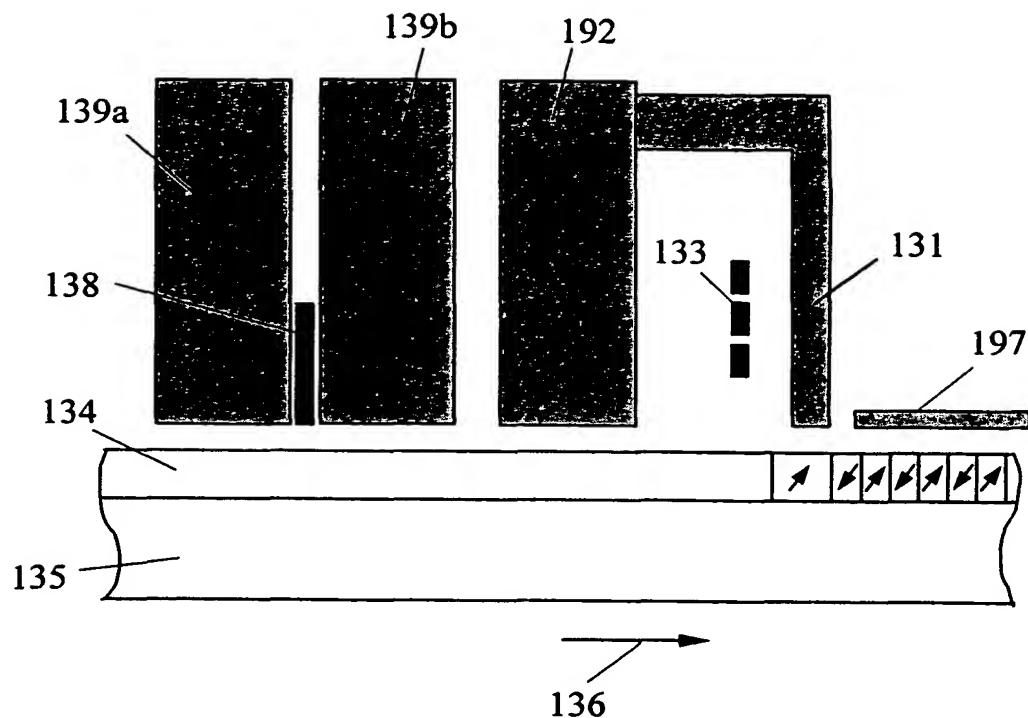
【図18】

図18



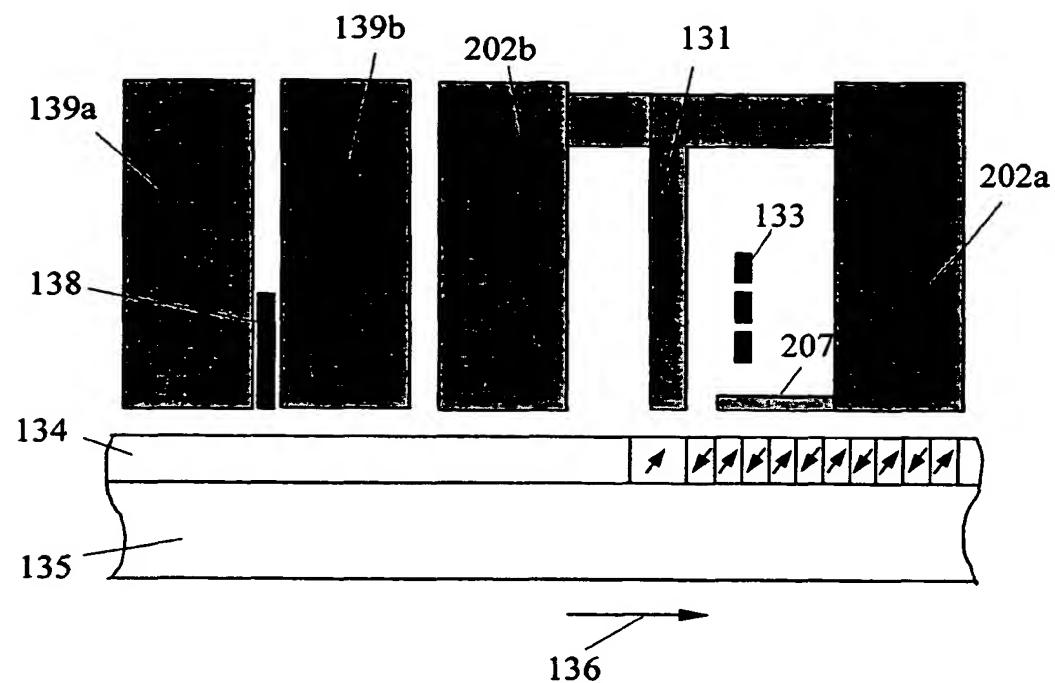
【図19】

図19



【図20】

図20



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来技術に比較して、耐熱減磁特性を損なうことなく、分解能と S / N を高めた磁気記録装置を提供する。

【解決手段】 記録層の磁化容易方向と磁気記録媒体の法線方向とのなす角度を 5° 以上 55° 以下とし、磁化容易方向を記録層裏面から表面に向かう方向に取り、記録トラック方向を磁気記録媒体の移動方向の上流側から下流側に向かう方向に取るとき、前記磁化容易方向を磁気記録媒体面上に投影した方向と前記記録トラック方向とのなす角度を 0° 以上 70° 以下とする。

【選択図】 図4

出願人履歴情報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏 名 株式会社日立製作所